

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 627 408**

51 Int. Cl.:

**H04N 19/70** (2014.01)

**H04N 19/119** (2014.01)

**H04N 19/129** (2014.01)

**H04N 19/625** (2014.01)

**H04N 19/91** (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.07.2011 PCT/KR2011/004906**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.01.2012 WO12011683**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.07.2011 E 11809810 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.04.2017 EP 2597875**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de decodificación que utiliza codificación subbanda de una unidad de conversión de frecuencia**

30 Prioridad:

**19.07.2010 KR 2010069663**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**28.07.2017**

73 Titular/es:

**SK TELECOM CO., LTD (100.0%)  
11 Euljiro 2-ga Jung-gu  
Seoul 100-999, KR**

72 Inventor/es:

**SONG, JINHAN;  
LIM, JEONGYEON;  
KIM, HAEKWANG;  
MOON, JOOHEE;  
LEE, YUNGLYUL;  
HAN, JONGKI y  
JEON, BYEUNGWOO**

74 Agente/Representante:

**SALVA FERRER, Joan**

ES 2 627 408 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento y dispositivo de decodificación que utiliza codificación subbanda de una unidad de conversión de frecuencia

5

Campo técnico

**[0001]** La presente divulgación se refiere, en algunas de sus realizaciones, a un procedimiento y a un aparato para codificación subbanda de una unidad de conversión de frecuencia y a un procedimiento y a un aparato para codificación/ decodificación de video que lo utilice. Más en particular, la presente divulgación, en aplicaciones de codificación y decodificación de la unidad de conversión de frecuencia de un bloque convertido en frecuencia se refiere a un procedimiento y a un aparato para codificación subbanda de la unidad de conversión de frecuencia y a un procedimiento y a un aparato para codificación/ decodificación de vídeo utilizándolo dividiéndose la unidad de conversión de frecuencia en al menos una región de frecuencia de modo que la información de codificación de la región de frecuencia se codifica para indicar la posible existencia de un coeficiente de frecuencia distinto de 0 en cada región de frecuencia y así mejorar la eficiencia de conversión de vídeo.

Antecedentes de la invención

**[0002]** El grupo Moving picture experts group (MPEG) y el grupo Video coding experts group (VCEG) han dejado atrás los procedimientos estándar existentes MPEG-4 parte 2 y H.263 para desarrollar una tecnología de compresión de video mejor y de más calidad. El nuevo estándar se llama H.264/AVC (Advanced video coding) y se ha publicado simultáneamente como estándar MPEG-4 parte 4 y recomendación ITU-T H.264.

**[0003]** El estándar H.264/AVC (en lo que sigue, abreviadamente H.264) realiza un proceso de predicción intra/ inter por la unidad de macrobloque que tiene diferentes formas de subbloques para generar una señal residual. Una unidad de conversión de frecuencia a nivel de subbloque 4x4 de la señal residual generada se codifica después mediante un proceso que incluye una transformación en frecuencia, cuantización y codificación entrópica.

**[0004]** Se conocen procedimientos de codificación de vídeo por el artículo de T. Wedi y col. «Advances in hybrid video coding» publicado en la revista Visual communications and image processing, 2007. Procedimientos de codificación entrópica se describen en el documento de patente europea EP1330038A1 y en el artículo de Sugimoto y col. «Proposal on improved entropy coding method for DCT coefficients», del segundo encuentro JCT-VC de 2010.

**[0005]** Actualmente se están desarrollando tecnologías de compresión de video para satisfacer la demanda de videos de ultraalta resolución y las organizaciones internacionales de normalización de MPEG y VCEG están desarrollando conjuntamente un estándar de codificación de video HEVC con el nombre de JCT. Se ha demostrado empíricamente que otras unidades de frecuencia, distintas a las típicas 4x4 y 8x8 utilizadas habitualmente en las tecnologías de compresión de video tradicionales, unidades de conversión de frecuencia más grandes como 16 x 16 son de gran ayuda para mejorar la eficiencia de compresión de vídeo. Sin embargo, un escaneo completo único de uno de dichos bloques 16x16 por el procedimiento tradicional provoca dificultades a la hora de encontrar un procedimiento y un aparato de codificación de coeficientes de frecuencia eficiente en función de las características del video.

45 Problema técnico

**[0006]** Por lo tanto, para resolver los problemas mencionados la presente divulgación trata de mejorar las divulgaciones en aplicaciones de codificación y decodificación de una unidad de conversión de frecuencia de un bloque convertido en frecuencia y se refiere a un procedimiento y a un aparato para codificación subbanda de la unidad de conversión de frecuencia y a un procedimiento y a un aparato para codificación/ decodificación de vídeo que lo utilice donde la unidad de conversión de frecuencia se divide en al menos una región de frecuencia de modo que la información de codificación de la región se codifica para indicar la posible existencia de un coeficiente de frecuencia distinto de 0 en cada región de frecuencia y así mejorar la eficiencia de compresión de vídeo.

55 Solución técnica

**[0007]** La invención proporciona un aparato de decodificación de video como se define en la reivindicación 1.

**[0008]** La invención proporciona un procedimiento de decodificación de vídeo como se define en la

reivindicación 4.

Efectos técnicos ventajosos

- 5 **[0009]** De acuerdo con la presente divulgación, como se ha descrito anteriormente, para la codificación y decodificación de una unidad de conversión de frecuencia de un bloque de conversión de frecuencia se puede mejorar la eficiencia de compresión de vídeo y su implementación se puede simplificar dividiendo la unidad de conversión de frecuencia en una o más regiones de frecuencia, codificando la información de codificación de la región de frecuencia de modo que se indique si hay un coeficiente de frecuencia distinto de 0 para cada región de frecuencia y codificando el bloque de conversión de frecuencia reflejando las características de vídeo.

Descripción de las figuras

**[0010]**

- 15 La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente un aparato de codificación de vídeo.  
La figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra un aparato 200 para codificación subbanda de una unidad de conversión de frecuencia.  
Las figuras 3A-3F ilustran varios ejemplos de división de la unidad de conversión de frecuencia en varias regiones de frecuencia.
- 20 La figura 4 ilustra números de regiones de frecuencia cuando se divide la unidad de conversión de frecuencia 16x16 en regiones de frecuencia de 8x8.  
La figura 5 ilustra un ejemplo esquematizado de operaciones de escaneo en paralelo de una unidad de escaneo de regiones de frecuencia 230.
- 25 La figura 6 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente una configuración de un aparato de decodificación de vídeo.  
La figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de codificación subbanda de una unidad de conversión de frecuencia.

30 Descripción detallada

- [0011]** En lo que sigue las realizaciones de la presente divulgación se describirán en detalle haciendo referencia a las figuras adjuntas. En la subsiguiente descripción los mismos elementos se indicarán con los mismos números de referencia aunque estén mostrados en distintas figuras. Además, en la subsiguiente descripción de la presente divulgación se omitirá la descripción detallada de las funciones y configuraciones conocidas incorporadas cuando podría hacer ambigua la información sustantiva de la presente divulgación.

- [0012]** Adicionalmente, a la hora de describir los componentes de la presente divulgación pueden utilizarse términos como primero, segundo, A, B (a) o (b), pero sólo se hace con el objeto de diferenciar un componente de otro pero sin implicar o sugerir un orden, secuencia o esencia de los componentes. Si de un componente se dice que está conectado, acoplado o asociado a otro componente no significa necesariamente que los componentes estén directamente conectados, acoplados o asociados sino que pueden estar conectados, acoplados o asociados indirectamente a través de un tercer componente.

- 45 **[0013]** En lo que sigue un aparato de codificación de vídeo, un aparato de decodificación de vídeo y un aparato de codificación subbanda de una unidad de conversión de frecuencia descritos a continuación pueden ser terminales de usuarios como un ordenador personal, un ordenador portátil, un asistente digital personal (PDA), un reproductor multimedia portátil, una videoconsola portátil PSP, un terminal de comunicaciones inalámbricas, un teléfono inteligente y similares o terminales de servidor como un servidor de aplicaciones, un servidor de servicios y similares y pueden ser varios aparatos lo que incluye aparatos de comunicaciones como un módem de comunicaciones y similares para realizar la comunicación con varios tipos de dispositivos o una red de comunicaciones cableada o inalámbrica, una memoria para almacenar varios tipos de programas y datos para codificación o decodificación de vídeo o realizar una predicción inter/ intra para codificación/decodificación y un microprocesador y similares para ejecutar el programa y realizar una operación y su control.

- 55 **[0014]** Además el vídeo codificado en un flujo de bits mediante el aparato de codificación de vídeo se transmite en tiempo real o asincrónicamente al aparato de decodificación de vídeo a través de las redes de comunicación cableadas/ inalámbricas como Internet, redes de comunicaciones inalámbricas de corto alcance, WiBro (WiMax), redes de comunicaciones móviles y similares o a través de varias interfaces de comunicación como

cable bus serie universal (USB) y similares y, por lo tanto, decodificándose en el aparato de decodificación de video reconstruyéndose y reproduciéndose como video.

**[0015]** Un video típicamente puede incluir una serie de imágenes cada una de las cuales se divide en un número predeterminado de regiones tales como fotogramas o bloques. Cuando la región de video se divide en bloques los bloques divididos se pueden clasificar en bloques intra o bloques inter dependiendo del procedimiento de codificación. Un bloque intra es un bloque que está codificado mediante un procedimiento de codificación con predicción intra que genera un bloque predicho prediciendo un píxel de un bloque actual utilizando píxeles de un bloque reconstruido que han pasado por una codificación y decodificación previas y entonces codifica el valor de la diferencia entre el bloque predicho y el píxel del bloque actual dentro de la imagen actual cuando se realiza la codificación en cuestión. El bloque inter es un bloque que está codificado mediante codificación con predicción inter que genera el bloque predicho prediciendo el bloque actual en la imagen actual haciendo referencia a una o más de las imágenes anteriores o posteriores y codificando luego el valor de la diferencia entre el bloque predicho y el bloque actual. En este caso la imagen a la que se hace referencia en la codificación o decodificación de la imagen actual se llama imagen de referencia.

**[0016]** La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente un aparato de codificación de video.

**[0017]** Un aparato de codificación de video puede incluir un predictor 110 o 120, un restador 130 un transformador- cuantizador 140, un codificador 150, un transformador-cuantizador inverso 160, un sumador 170 y una memoria de fotogramas 180.

**[0018]** Un video de entrada a codificar se introduce en una unidad de macrobloque. El macrobloque es de tipo  $M \times N$  y  $M$  y  $N$  son potencias de dos que pueden ser iguales o diferentes en la presente divulgación. Asimismo el macrobloque puede ser el mismo o más grande que el macrobloque del estándar H.264.

**[0019]** El predictor 110 o 120 predice un bloque actual para generar un bloque predicho. Es decir, el predictor 110 o 120 predice un valor de píxel para cada píxel del bloque actual a codificar en video para generar un bloque predicho que tiene un valor de píxel predicho para cada píxel. En este caso el predictor 110 o 120 puede predecir el bloque actual utilizando una predicción intra 110 o una predicción inter 120.

**[0020]** El predictor intra 110 genera un bloque predicho utilizando píxeles adyacentes para predecir un macrobloque actual. Es decir, el predictor intra 110 genera el bloque predicho en función de un modo del predictor intra 110 utilizando píxeles adyacentes del macrobloque actual que ya se han reconstruido mediante un proceso de codificación.

**[0021]** El predictor inter 120 genera el bloque predicho utilizando un fotograma diferente para predecir el macrobloque actual. Es decir, el predictor inter 120 genera un vector de movimiento mediante estimación de movimiento en función de un modo del predictor inter 120 en un fotograma anterior que ya se ha reconstruido con el proceso de codificación y genera el bloque predicho en un proceso de compensación de movimiento utilizando el vector de movimiento.

**[0022]** El restador 130 resta el bloque predicho del bloque actual generando un bloque residual, es decir, el restador 130 calcula la diferencia entre el valor de píxel de cada píxel del bloque actual a codificar y el valor de píxel del bloque predicho generado por el predictor intra 110 o el predictor inter 120 para generar el bloque residual que contiene una señal residual de un tipo de bloque.

**[0023]** El transformador-cuantizador 140 transforma y cuantiza el bloque residual generado por el restador 130 obteniendo un coeficiente de frecuencia. El procedimiento de transformación puede utilizar una técnica para convertir una señal de video en un dominio espacial en una señal de video en un dominio de frecuencia como la transformada de Hadamard o la transformada entera basada en la transformada discreta del coseno (en lo que sigue, llamada la transformada entera) y un procedimiento de cuantización que puede utilizar varias técnicas de cuantización como la cuantización de umbral uniforme de zona muerta (DZUTQ), (en lo que sigue DZUTQ) o una matriz ponderada de cuantización.

**[0024]** El codificador 150 codifica el bloque residual transformado y cuantizado por el transformador-cuantizador 140 para generar datos codificados.

**[0025]** Esta tecnología de codificación puede incluir técnicas de codificación entrópica pero no está limitada a ellas y puede incluir distintas tecnologías de codificación.

**[0026]** Además el codificador 150 puede insertar distinta información necesaria para decodificar y codificar el flujo de bits así como el flujo de bits codificado a partir de coeficientes de frecuencia de cuantización en los datos codificados. Es decir, los datos codificados pueden incluir un primer campo que contiene un patrón de bloque codificado (CBP) y un flujo de bits codificado a partir de coeficientes de cuantización delta (o parámetros) y el coeficiente de frecuencia de cuantización y un segundo campo que contiene un bit de información necesaria para la predicción (por ejemplo, en el modo de predicción intra para la predicción intra o el vector de movimiento en el modo de predicción inter o similar).

**[0027]** A diferencia del estándar H.264 cuando el codificador 150 codifica el bloque residual del coeficiente de frecuencia cuantizado el codificador 150 divide la unidad de conversión de frecuencia del bloque residual (es decir, el bloque de conversión de frecuencia) del coeficiente de frecuencia cuantizado en una o más regiones de frecuencia e identifica si existe un coeficiente de frecuencia distinto de 0 en cada región de frecuencia, genera información de codificación de región de frecuencia indicando si hay un coeficiente de frecuencia distinto de 0 en cada región de frecuencia y codifica la información de codificación de región de frecuencia. Cuando la información de codificación de región de frecuencia correspondiente indica que hay un coeficiente de frecuencia distinto de 0 en la región de frecuencia, el codificador 150 puede escanear y codificar el coeficiente de frecuencia cuantizado de la región de frecuencia. La descripción del funcionamiento detallado del codificador 150 se hará al describir un aparato 200 para codificación subbanda de la unidad de conversión de frecuencia puesto que el funcionamiento del aparato 200 para codificación subbanda de la unidad de conversión de frecuencia descrita a continuación se puede incluir como funcionalidad del codificador 150.

**[0028]** El transformador-cuantizador inverso 160 aplica una transformación y cuantización inversa al bloque residual transformado y cuantizado por el transformador-cuantizador 140 para reconstruir el bloque residual. La cuantización y transformación inversa se puede conseguir haciendo a la inversa el proceso de transformación y cuantización del transformador-cuantizador 140, es decir, el transformador-cuantizador inverso 160 puede realizar la cuantización y la transformación inversa realizando a la inversa la transformación y cuantización del transformador-cuantizador 140 utilizando la información (por ejemplo, información del tipo de transformada y del tipo de cuantización) relativo a la transformada y cuantización generada y transmitida por el transformador-cuantizador 140.

**[0029]** El sumador 170 suma el bloque predicho por el predictor 110 o 120 y el bloque residual transformado cuantizado a la inversa por el transformador-cuantizador inverso 160 para reconstruir el bloque actual.

**[0030]** La memoria de fotogramas 180 almacena el bloque reconstruido por el sumador 170 y utiliza el bloque almacenado como bloque de referencia para generar el bloque predicho a la hora de realizar la predicción intra o predicción inter.

**[0031]** La figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra el aparato 200 para codificación subbanda de la unidad de conversión de frecuencia.

**[0032]** El aparato 200 de codificación subbanda de la unidad de conversión de frecuencia incluye un divisor de regiones de frecuencia 210, un generador de información de codificación de la región de frecuencia 220, una unidad de escaneo de región de frecuencia 230 y un codificador entrópico 240. Un generador de flujo de codificación del aparato de codificación subbanda de la unidad de conversión de frecuencia se puede implementar utilizando el codificador entrópico 240.

**[0033]** El divisor de regiones de frecuencia 210 recibe un bloque de conversión de frecuencia y divide la unidad de conversión de frecuencia del bloque de conversión de frecuencia recibido en una o más regiones de frecuencia.

**[0034]** El generador de información de codificación de región de frecuencia 220 identifica si hay un coeficiente de frecuencia distinto de 0 en cada una de las regiones de frecuencia y genera información de codificación de región de frecuencia.

**[0035]** La unidad de escaneo de región de frecuencia 230 recibe la información de codificación de región de frecuencia del generador de información de codificación de región de frecuencia 220 y escanea un coeficiente de frecuencia de cada región de frecuencia para generar un flujo de coeficientes de frecuencia de región de frecuencia.

**[0036]** El codificador entrópico 240 convierte en binario y codifica la información de codificación de región de frecuencia y el flujo de coeficientes de frecuencia de la región de frecuencia escaneada.

5 **[0037]** Las figuras 3A- 3F ilustran varios ejemplos de la división de la unidad de conversión de frecuencia en una pluralidad de regiones de frecuencia. La figura 4 ilustra los valores de las regiones frecuencia cuando una unidad de conversión de frecuencia 16x16 se divide en cuatro regiones de frecuencia 8x8. En la figura 4 la región 0 se corresponde con la región de baja frecuencia y la región 3 se corresponde con la región de frecuencia más alta.

10 **[0038]** La figura 3 ilustra cuatro regiones de frecuencia 4x4 divididas uniformemente a partir de la unidad de conversión de frecuencia; la figura 3B ilustra 16 regiones de frecuencia 4x4 divididas uniformemente a partir de la unidad de conversión de frecuencia 16x16; la figura 3C ilustra ocho regiones de frecuencia divididas uniformemente a partir de la unidad de conversión de frecuencia 16 x16.

15 **[0039]** Como se ilustra en las figuras 3A- 3D la unidad de región de frecuencia en la que el divisor de regiones de frecuencia 210 divide la unidad de conversión de frecuencia puede ser 4x4 u 8x8.

**[0040]** Además, como se ilustra en la figura 3E la unidad de conversión de frecuencia puede estar dividida en una región de baja frecuencia y una o más de regiones aparte de la región de baja frecuencia. Además, la región de  
20 baja frecuencia puede ser la región superior izquierda de la unidad de conversión de frecuencia si la longitud y la anchura de la unidad de conversión de frecuencia se dividen en dos partes iguales, respectivamente. Por ejemplo, la figura 3E-ilustra que la unidad de conversión de frecuencia 8x8 se divide en una región de baja frecuencia 4x 4 situada en la región superior izquierda y en otras regiones de frecuencia.

25 **[0041]** El generador de información de codificación de región de frecuencia 220 identifica si hay un coeficiente de frecuencia distinto de 0 en cada una de las regiones de frecuencia divididas. El generador de información de codificación de región de frecuencia 220 genera la información de codificación de región de frecuencia separadamente para el caso de que no haya un coeficiente frecuencia distinto de 0 en la región de frecuencia y para el caso de que haya al menos un coeficiente de frecuencia distinto de cero. Por ejemplo, el  
30 generador de información de codificación de región de frecuencia 220 puede generar 0 como información de codificación de región de frecuencia de la región de frecuencia correspondiente cuando no haya un coeficiente de frecuencia que sea distinto de 0 en la región de frecuencia y generar 1 como información de codificación de región de frecuencia de la región de frecuencia correspondiente cuando haya al menos un coeficiente de frecuencia distinto de cero.

35 **[0042]** La unidad de escaneo de región de frecuencia 230 recibe la información de codificación de región de frecuencia del generador de información de codificación de región de frecuencia 220 y escanea el coeficiente de frecuencia de cada región de frecuencia para generar el flujo de coeficientes de frecuencia de la región de frecuencia.

40 **[0043]** La figura 5 ilustra un ejemplo esquematizado de las operaciones de escaneo en paralelo de la unidad de escaneo de región de frecuencia 230.

**[0044]** Como se ilustra en la figura 5 la unidad de escaneo de región de frecuencia 230 puede escanear los  
45 coeficientes de frecuencia de las respectivas regiones de frecuencia en paralelo para cada región de frecuencia. Es decir, cuando la unidad de conversión de frecuencia se divide en cuatro regiones de frecuencia como se ilustra en la figura 4 la unidad de escaneo de región de frecuencia 230 escanea independientemente cada región de frecuencia utilizando un escáner separado de modo que la unidad de escaneo de región de frecuencia 230 puede realizar simultáneamente las operaciones de escaneo en las cuatro regiones. Como consecuencia un escáner de región sólo  
50 tiene que escanear una región de frecuencia que tiene un tamaño menor que el tamaño de la unidad de conversión de frecuencia y, por lo tanto, el escáner puede tener un diseño más simple. En este caso la región 0 de la figura 4 la puede escanear el escáner de primera región 402, la región 1 la puede escanear el escáner de segunda región 404, la región 2 la puede escanear el escáner de tercera región 406 y la región 3 la puede escanear el escáner de cuarta región 408 en paralelo. Como nota, los cuatro escáneres 402, 404, 406 y 408 no son escáneres físicos invariables  
55 de la unidad de escaneo, pudiendo establecerse procedimientos de escaneo variables de las regiones de frecuencia respectivas en función del número de regiones de frecuencia con la unidad de escaneo de regiones de frecuencia 230.

**[0045]** Además, la unidad de escaneo de regiones de frecuencia 230 recibe la información de codificación de

regiones de frecuencia y escanea solamente el coeficiente de frecuencia de la región de frecuencia que tiene un coeficiente de frecuencia distinto de 0 para generar el flujo de coeficientes de frecuencia de la región de frecuencia, es decir, el coeficiente de frecuencia de la región de frecuencia que tiene sólo un coeficiente de frecuencia, que es igual a 0, puede no escanearse.

5

**[0046]** Por su parte, el divisor de regiones de frecuencia 210 recibe la información de codificación de región frecuencia del generador de información de codificación de regiones de frecuencia 220 y puede dividir otra vez la región de frecuencia en una o más subregiones de frecuencia si la región de frecuencia tiene un coeficiente de frecuencia distinto de cero.

10

**[0047]** Por ejemplo, el divisor de región de frecuencia 210 puede dividir la unidad de conversión de frecuencia en regiones de frecuencia jerárquicas como en el caso de la unidad de conversión de frecuencia 16x16 de la figura 3F, es decir, el divisor de región de frecuencia 210 divide la unidad de conversión de frecuencia 16x16 en regiones de frecuencia 8x8. Cuando el divisor de regiones de frecuencia 210 recibe del generador de información de codificación de regiones de frecuencia 220 la información de codificación de frecuencia que indica que hay una región de frecuencia distinta de 0 en la región de frecuencia 8x8 de baja frecuencia, el divisor de región de frecuencia 210 divide la región de frecuencia 8x8 de baja frecuencia en regiones de frecuencias inferiores dividiendo la región de frecuencia 8x8 de baja frecuencia en regiones de frecuencia 4x4 y transmitiendo la información de la división de región de frecuencia al generador de información de codificación de región frecuencia 220. En este caso el generador de información de codificación de región de frecuencia 220 identifica otra vez si existe un coeficiente de frecuencia distinto de 0 en la subregión de frecuencia correspondiente y genera información de codificación de la subregión de frecuencia correspondiente separadamente para el caso de que no exista un coeficiente frecuencia distinto de 0 en la subregión de frecuencia y para el caso de que haya al menos un coeficiente de frecuencia distinto de cero.

25

**[0048]** El codificador entrópico 240 recibe la información de codificación de región de frecuencia del generador de información de codificación de región de frecuencia 220 y recibe el flujo de coeficientes de frecuencia de la región de frecuencia escaneada de la unidad de escaneo de región de frecuencia 230 para convertir en binario y codificar la información de codificación de región de frecuencia y el flujo de coeficientes de frecuencia de la frecuencia escaneada.

30

**[0049]** En este momento el codificador de frecuencia 240 puede convertir en binario la información de codificación de región de frecuencia en un bit, 0 o 1 para cada región de frecuencia.

35 **[0050]**

Además el codificador entrópico 240 puede codificar la información de codificación de región de frecuencia en función de la probabilidad de que se genere información de codificación de región de frecuencia.

**[0051]** La tabla 1 muestra un ejemplo de la información binaria correspondiente a la información de codificación de región de frecuencia para cada región de frecuencia de la unidad de conversión de frecuencia.

40

Tabla 1

Código binario	Dominio de frecuencia 0	Dominio de frecuencia 1	Dominio de frecuencia 2	Dominio de frecuencia 3
0	0	0	0	0
1111000	0	0	0	1
1111001	0	0	1	0
1111010	0	0	1	1
1111011	0	1	0	0
1111100	0	1	0	1
1111101	0	1	1	0
1111110	0	1	1	1
10	1	0	0	0
111000	1	0	0	1
1101	1	0	1	0
111001	1	0	1	1
1100	1	1	0	0
111010	1	1	0	1
111011	1	1	1	0

1111111	1	1	1	1
---------	---	---	---	---

**[0052]** La información de codificación de región de frecuencia de 4 bits se puede codificar almacenando una tabla de consulta como la tabla 1 basándose en la probabilidad de que haya un coeficiente frecuencia distinto de 0 en las regiones de frecuencia 0, 1, 2 o 3 ilustradas en la figura 4.

5

**[0053]** Como se muestra en la tabla 1, si bien es bajo el número de bits de código binario generados cuando la información de codificación de región de frecuencia de las restantes regiones de frecuencia, excepto la región 0 correspondiente a la región de baja frecuencia, es igual a 0 en todas, es relativamente alto el número de bits de código binario generados cuando la información de codificación de región de frecuencia de las regiones de frecuencia restantes, excepto la región 0 correspondiente a la región de baja frecuencia, es igual a 1 en todas. La información de codificación de región de frecuencia de las regiones de frecuencia restantes, excepto la región 0, correspondiente a la región de baja frecuencia es probablemente 0 aumentando así la eficiencia de codificación total.

10

**[0054]** Por otra parte, la confección de una tabla de consulta como la tabla 1 basada en la probabilidad ya se conoce y se omitirá una descripción detallada.

**[0055]** La figura 6 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente una configuración de un aparato de decodificación de video de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

20

**[0056]** Un aparato de decodificación de video 600 de acuerdo con una realización de la presente divulgación puede incluir un decodificador 610, un transformador- cuantizador inverso 620, un predictor 630, 640 un sumador 650 y una memoria de fotogramas 660.

**[0057]** El decodificador 610 decodifica los datos codificados y extrae la información necesaria para decodificar bloques. El decodificador 610 puede extraer el bloque residual codificado del primer campo incluido en los datos codificados y decodificar el bloque residual extraído, extraer la información necesaria para la predicción de un segundo campo incluido en los datos codificados y transmitir la información extraída necesaria para predecir al predictor intra 630 o al predictor inter 640.

30

**[0058]** El decodificador 610 recibe los datos codificados, extrae la información de codificación de región de frecuencia y un flujo de coeficientes de frecuencia de región de frecuencia, divide una unidad de conversión de frecuencia en una o más regiones de frecuencia y hace un escaneo inverso del flujo de coeficientes de frecuencia de región de frecuencia correspondiente en función de la información de codificación de región de frecuencia y fija un coeficiente de cuantización para reconstruir un bloque de conversión de frecuencia cuantizado y transformado, es decir, el decodificador 610 puede decodificar los datos codificados para extraer la información de codificación de región de frecuencia, fija el valor de todos los coeficientes de frecuencia de cuantización de la región de frecuencia correspondiente a 0 cuando la información de codificación de región de frecuencia es 0 para la región de frecuencia, extrae el flujo de coeficientes de frecuencia de cuantización de la región de frecuencia del flujo de bits (datos codificados) cuando la información de codificación de región frecuencia es 1 y hace un escaneo inverso del flujo de coeficientes de frecuencia de cuantización de región de frecuencia mediante distintos procedimientos de escaneo inverso, como el escaneo en zigzag inverso y similares y determina el coeficiente de frecuencia de cuantización de región de frecuencia para generar el bloque residual (es decir, el bloque de conversión de frecuencia cuantizado y transformado) que tiene un coeficiente de frecuencia de cuantización en todas las regiones de frecuencia.

45

**[0059]** En este caso, cuando la región de frecuencia tenga una información de codificación de región de frecuencia que sea 0 el decodificador 610 puede fijar el valor de todos los coeficientes de cuantización de la región de frecuencia correspondiente de la unidad de conversión de frecuencia a 0 y hacer un escaneo inverso del flujo de coeficientes de frecuencia de la región de frecuencia de dicha región de frecuencia cuando existe una región de frecuencia que tiene una información de codificación de región de frecuencia que no es 0 para reconstruir el bloque de conversión de frecuencia transformado y cuantizado (es decir, el bloque residual transformado y cuantizado).

50

**[0060]** Además el decodificador 610 puede extraer la información de codificación de región de frecuencia de los datos codificados en base a la probabilidad de que se haya generado información de codificación de región de frecuencia. En este caso el decodificador 610 puede extraer la información de codificación de región de frecuencia utilizando la misma tabla de consulta que la almacenada por el codificador 150 del aparato de codificación de video 100.

55



- [0061]** Por su parte, el decodificador 610 puede dividir la unidad de conversión de frecuencia en subbloques de 4x4 u 8x8 de la misma manera que el aparato de codificación de video 100 y dividir la unidad de conversión de frecuencia en una región de baja frecuencia y una región restante distinta de la región de baja frecuencia. Además, la región de baja frecuencia puede ser la región superior izquierda de la unidad de conversión de frecuencia cuando la unidad de conversión de frecuencia, tanto su longitud como su anchura, se dividan en dos partes iguales respectivamente.
- [0062]** El decodificador 610 puede hacer un escaneo inverso del flujo de coeficientes de frecuencia de región de frecuencia para cada región de frecuencia en paralelo. Es decir, cuando el codificador 150 escanea el flujo de coeficientes de frecuencia de región de frecuencia en paralelo para cada región de frecuencia se puede incluir una pluralidad de escáneres de región (no mostrados) en el decodificador 610 de forma parecida al caso en el que una pluralidad de escáneres de región 402, 404 están incluidos en el codificador.
- [0063]** El decodificador 610 decodifica los datos codificados para decodificar o extraer la información necesaria para la decodificación así como el bloque residual transformado y cuantizado. La información necesaria para la decodificación se refiere a información necesaria para decodificar el flujo de bits codificado de los datos codificados. Por ejemplo, la información puede incluir información sobre tipo de bloque, el modo de predicción intra cuando se utiliza como modo de predicción el modo de predicción intra, información del vector de movimiento cuando el modo de predicción es el modo de predicción inter, información sobre tipo de transformada y cuantización y similares y también puede incluir distintos tipos de información así como la anterior.
- [0064]** El transformador-cuantizador inverso 620 cuantiza y transforma a la inversa el bloque residual cuantizado y transformado que se decodifica para reconstruir el bloque residual.
- [0065]** El predictor 630 o 640 predice el bloque actual para generar el bloque predicho. En este instante el predictor 630 o 640 correspondiente puede predecir el bloque actual de la misma manera que el predictor 110 o 120 del aparato de codificación de video 100.
- [0066]** El sumador 650 suma el bloque residual reconstruido por el transformador-cuantizador inverso 630 y el bloque predicho generado por el predictor 640 para reconstruir el bloque actual. El bloque actual reconstruido por el sumador 650 se transfiere a la memoria de fotogramas 660 y se puede utilizar para predecir otro bloque con el predictor 630 o 640.
- [0067]** La memoria de fotogramas 660 almacena el video reconstruido para permitir que se pueda generar un bloque de predicción intra e inter.
- [0068]** Por su parte, el aparato de codificación/ decodificación de video de acuerdo con una realización de la presente divulgación se puede implementar conectando un terminal de salida de datos codificados del aparato de codificación de video 100 de la figura 1 a un terminal de entrada de datos codificados del aparato de codificación de video 600 de la figura 6.
- [0069]** El aparato de codificación/ decodificación de video de acuerdo con una realización de la presente divulgación incluye un codificador de video para predecir el bloque actual y generar el bloque predicho, restar el bloque predicho del bloque actual para generar el bloque residual, transformar y cuantizar el bloque residual para generar el bloque de conversión en frecuencia, dividir la unidad de conversión de frecuencia del bloque de conversión de frecuencia en una o más regiones de frecuencia e identificar si hay un coeficiente de frecuencia distinto de 0 en cada región de frecuencia para generar la información de codificación de región de frecuencia, escanear el coeficiente de frecuencia de cada región de frecuencia para generar el flujo de coeficientes de frecuencia de región de frecuencia, convertir en binario y codificar la información de codificación de región de frecuencia y el flujo de coeficientes de región de frecuencia escaneados y un decodificador de video para recibir los datos codificados y extraer la información de codificación y el flujo de coeficientes de frecuencia de región de frecuencia, dividir la unidad de conversión de frecuencia en una o más regiones de frecuencia, realizar un escaneo inverso del flujo de coeficientes de frecuencia de región de frecuencia en función de la información de codificación de región de frecuencia para establecer un valor de coeficiente de cuantización, reconstruir el bloque de conversión de frecuencia cuantizado y transformado y transformar y cuantizar a la inversa el bloque de conversión de frecuencia para reconstruir el bloque residual, predecir el bloque actual para generar el bloque predicho y sumar el bloque residual reconstruido y el bloque predicho para reconstruir el bloque actual.
- [0070]** En este caso el codificador de video puede ser un aparato de codificación de video 100 y el

decodificador de vídeo puede ser un aparato de decodificación de vídeo 600 de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

**[0071]** La figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de codificación subbanda de la unidad de conversión de frecuencia.

**[0072]** La siguiente descripción se hará con referencia a las figuras 2-7.

**[0073]** Como se ilustra en la figura 7 el procedimiento de codificación subbanda de la unidad de conversión de frecuencia incluye un paso de recibir un bloque (S710) en el que se recibe un bloque de conversión de frecuencia, un paso de división de región de frecuencia (S720) en el que se divide la unidad de conversión de frecuencia del bloque de conversión de frecuencia en una o más regiones de frecuencia, un paso (S730) de identificación de si hay un coeficiente de frecuencia distinto de 0 en cada región de frecuencia, un paso (S770) de fijar la información de codificación de región de frecuencia a 0 cuando todos los coeficientes de frecuencia son 0, un paso (S740) de fijar la información de codificación de región de frecuencia generada a 1 cuando haya al menos un coeficiente de frecuencia distinto de cero, un paso de escaneo de región de frecuencia (S750) en el que se recibe información de codificación de región de frecuencia y se escanea el coeficiente de frecuencia de cada región de frecuencia para generar un flujo de coeficientes de frecuencia de región de frecuencia y un paso de generación de flujo de codificación (S760) para convertir en binario y codificar la información de codificación de región de frecuencia y el flujo de coeficientes de frecuencia de región de frecuencia escaneado.

**[0074]** En este caso, puesto que el paso de recibir un bloque (S710) y el paso de dividir la región de frecuencia (S720) se corresponden a operaciones del divisor de regiones de frecuencia 210, el paso (S730), el paso (S740) y el paso (S770) se corresponden a operaciones del generador de información de codificación de región de frecuencia 220, el paso de escaneo de región de frecuencia (S750) se corresponde al funcionamiento de la unidad de escaneo de región de frecuencia 230 y el paso de generación de flujo de codificación (S760) se corresponde a una operación de la unidad de codificación entrópica 240, se omiten sus descripciones detalladas.

**[0075]** Por otra parte, haciendo referencia las figuras 1-5 el procedimiento de codificación de vídeo incluye un paso de predicción (S810) de un bloque actual en el que se genera un bloque predicho, un paso de resta (S820) en el que se resta el bloque predicho del bloque actual para generar un bloque residual, un paso de transformación y cuantización (S830) en el que se transforma y cuantiza el bloque residual para generar un bloque de conversión de frecuencia y un paso de codificación (S840) en el que se recibe el bloque de conversión de frecuencia para dividir una unidad de conversión de frecuencia del bloque de conversión de frecuencia en una o más regiones de frecuencia identificando si hay un coeficiente de frecuencia distinto de 0 en cada región de frecuencia para generar información de codificación de región de frecuencia, se escanea el coeficiente de frecuencia de cada región de frecuencia para generar un flujo de coeficientes de frecuencia de región de frecuencia y conversión en binario y codificación de la información de codificación de región de frecuencia y el flujo de coeficientes de frecuencia de región de frecuencia escaneado.

**[0076]** En este caso, puesto que el caso de predicción (S810) se corresponde a una operación del predictor 110 o 120, el paso de resta (S820) se corresponde a una operación del restador 130, el paso de transformación y cuantización (S830) se corresponde a una operación de un transformador-cuantizador 140, y el paso de codificación (S840) se corresponde a una operación de la unidad de codificación 150, se omiten sus descripciones detalladas.

**[0077]** Por otra parte, haciendo referencia a las figuras 2-6, un procedimiento de decodificación de vídeo de acuerdo con una realización de la presente divulgación incluye un paso de decodificación (S910) en el que se reciben los datos codificados para extraer la información de codificación de región de frecuencia y el flujo de coeficientes de frecuencia de región de frecuencia, se divide la unidad de conversión de frecuencia en una o más regiones de frecuencia y se hace un escaneo inverso del flujo de coeficientes de frecuencia de la región de frecuencia en función de la información de codificación de región de frecuencia y se fija un coeficiente de cuantización para reconstruir el bloque de conversión de frecuencia transformado y cuantizado y un paso de transformación y cuantización inversa (S920) en el que se transforma y cuantiza a la inversa el bloque de conversión de frecuencia para reconstruir el bloque residual, un paso de predicción (S930) en el que se predice un bloque actual para generar el bloque predicho y un paso de suma (S940) en el que se suma el bloque residual reconstruido y el bloque predicho para reconstruir el bloque actual.

**[0078]** En ese caso, puesto que el paso de decodificación (S910) se corresponde a una operación de la unidad de decodificación 610, el paso de transformación y cuantización inversa (S920) se corresponde a una

operación del transformador- cuantizador inverso 620, el paso de predicción (S930) se corresponde a una operación del predictor 630 o 640, el paso de suma (S940) se corresponde a una operación del sumador 650 se omiten sus descripciones detalladas.

5 **[0079]** El procedimiento de codificación/ decodificación de video según una realización de la presente divulgación se puede implementar combinando el procedimiento de codificación de vídeo y el procedimiento de decodificación de video de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

10 **[0080]** El procedimiento de codificación/ decodificación de video de acuerdo con una realización de la presente divulgación incluye un paso de codificación de video (implementado por el procedimiento de codificación de vídeo) y la predicción de un bloque actual para generar un bloque predicho, restar el bloque predicho del bloque actual para generar un bloque residual, transformar y cuantiza el bloque residual para generar un bloque de conversión de frecuencia y dividir la unidad de conversión de frecuencia del bloque de conversión de frecuencia en una o varias regiones de frecuencia, identificándose si hay un coeficiente de frecuencia distinto de 0 en cada región  
 15 frecuencia para generar información de codificación de región de frecuencia, escanear el coeficiente de frecuencia de cada región frecuencia para generar un flujo de coeficientes de frecuencia de región de frecuencia y transformación en binario y codificación de la información de codificación de frecuencia y el flujo de coeficientes de región de frecuencia de la región de frecuencia escaneada y un paso de decodificación de video (implementado por el procedimiento de decodificación de video de acuerdo con una realización de la presente divulgación) en el que se  
 20 reciben datos codificados para extraer información de codificación de región de frecuencia y el flujo de coeficientes de frecuencia de región de frecuencia, se divide la unidad de conversión de frecuencia en una o más regiones de frecuencia y se hace un escaneo inverso del flujo de coeficientes de frecuencia de regiones frecuencia de acuerdo con la información de codificación de la región de frecuencia y se fija un coeficiente de cuantización para reconstruir el bloque de conversión de frecuencia transformado y cuantizado, se cuantiza y transforma a la inversa el bloque de  
 25 conversión de frecuencia para reconstruir el bloque residual, se predice el bloque actual para generar el bloque predicho y se suma el bloque residual reconstruido y el bloque predicho para reconstruir el bloque actual.

30 **[0081]** En este caso, el paso de codificación de video se puede implementar en el paso de codificación de video y el paso de decodificación de video se puede implementar en el paso de decodificación de video de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

35 **[0082]** En la descripción anterior aunque todos los componentes de las realizaciones de la presente divulgación puedan haberse descrito diciendo que están integrados o interconectados como una unidad operativa la presente divulgación no pretende limitarse a dichas realizaciones. Por el contrario, dentro del alcance objetivo de la presente divulgación los componentes respectivos se pueden combinar en cualquier número tanto selectivamente como funcionalmente. Cada uno de los componentes también puede estar implementado en hardware y dichos componentes pueden estar combinados en parte o por completo selectivamente e implementados en un programa de ordenador que tenga módulos de programa para ejecutar las funcionalidades equivalentes a componentes hardware. El código o los segmentos de código que formarían dicho programa los puede derivar fácilmente un  
 40 experto en la materia. El programa de ordenador puede estar almacenado en un medio legible por ordenador que cuando se ejecutara implementara las realizaciones de la presente divulgación. Como medios legibles por ordenador se pueden usar medios de almacenamiento magnético, medios de almacenamiento óptico y medios de señal portadora.

45 **[0083]** Además los términos «incluye», «comprende» y «tiene» hay que interpretarlos por defecto como inclusivos o abiertos y no exclusivos o cerrados a menos que se definan así específicamente. El significado a dar a todos los términos que son técnicos o científicos es el que les daría el experto en la materia a menos que se diga lo contrario. Los términos comunes como se recogen en los diccionarios han de interpretarse en el contexto de los documentos técnicos, y no de una forma ideal o poco práctica a menos que la presente divulgación lo defina  
 50 específicamente así.

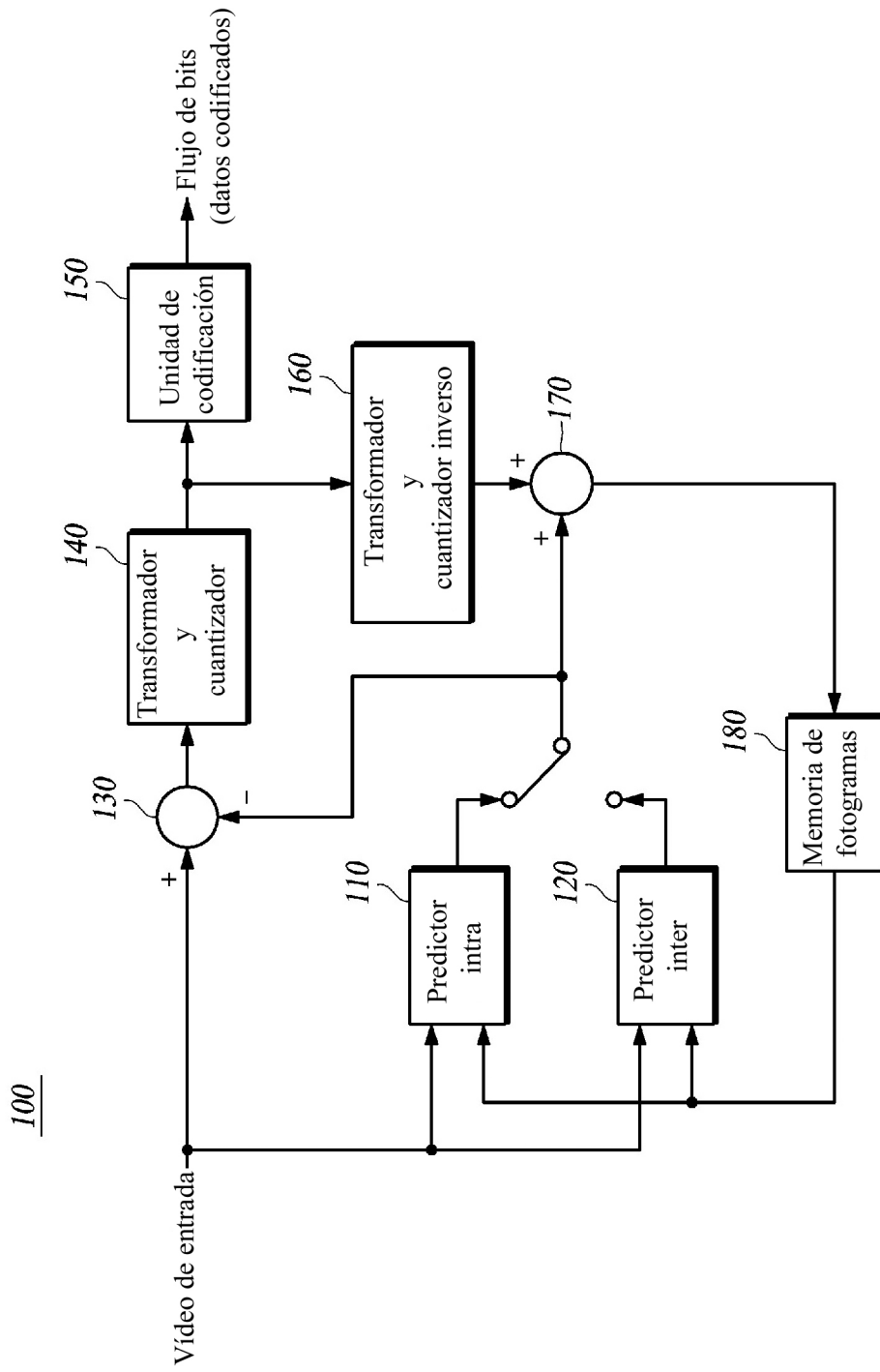
**[0084]** A pesar de que las realizaciones de ejemplo de la presente divulgación se han descrito con propósitos ilustrativos, los expertos en la materia considerarán evidentes varias modificaciones y adiciones o sustituciones posibles sin desviarse de las características esenciales de la divulgación. Por lo tanto, las realizaciones de ejemplo de la presente divulgación no se han descrito con ánimo limitativo. Asimismo el alcance de la divulgación no está limitada por las realizaciones anteriores sino por las reivindicaciones y sus equivalentes.

Aplicabilidad industrial

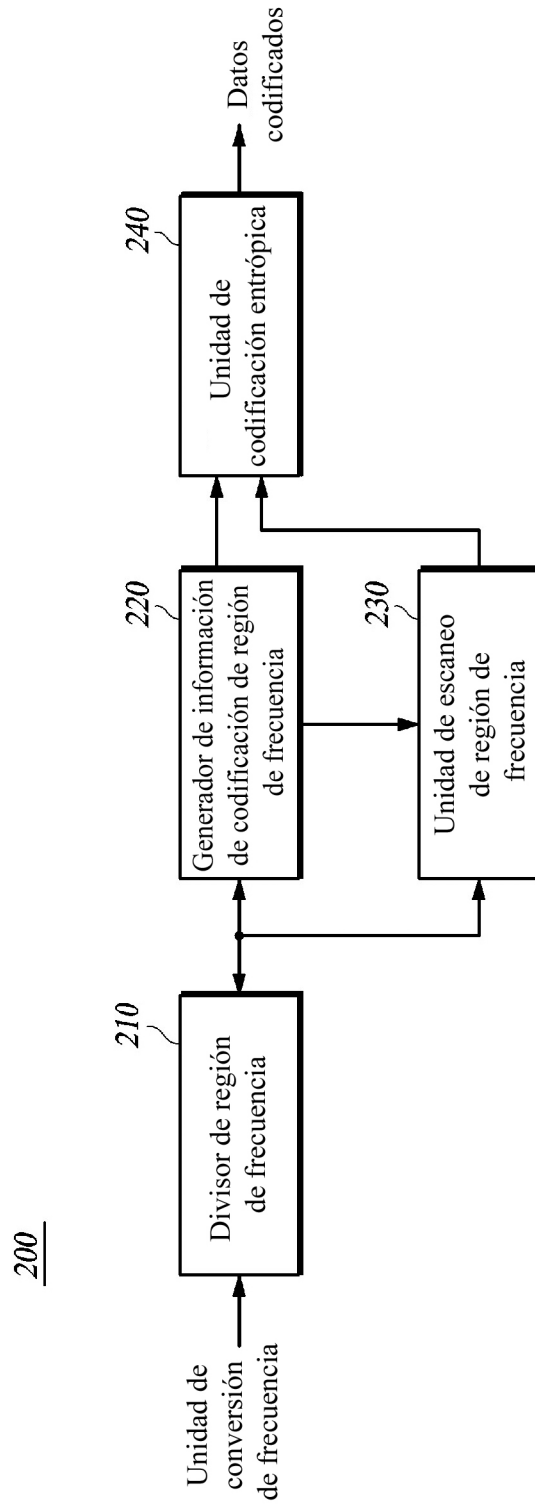
**[0085]** Como se ha descrito anteriormente la presente divulgación es muy útil para los campos de codificación y decodificación de una unidad de conversión de frecuencia de un bloque de conversión de frecuencia dividiéndose la unidad de conversión de frecuencia de un bloque de conversión de frecuencia en una o más regiones de frecuencia, codificándose la información de codificación de región de frecuencia de modo que se indique si hay un coeficiente distinto de 0 para cada región de frecuencia y codificándose cada bloque de conversión de frecuencia para reflejar una característica de video mejorando así la eficiencia de compresión y consiguiendo fácilmente su implementación.

## REIVINDICACIONES

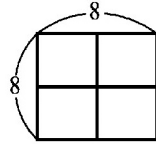
1. Aparato de decodificación de video que comprende un decodificador para recibir datos codificados para reconstruir un bloque de conversión de frecuencia transformado y cuantizado correspondiente a una unidad de  
5 conversión de frecuencia que es una unidad de transformación de señales residuales, un transformador-cuantizador inverso para cuantizar y transformar a la inversa el bloque de conversión de frecuencia cuantizado y transformado para reconstruir un bloque residual, un predictor para predecir un bloque actual y generar un bloque predicho y un sumador para sumar el bloque residual reconstruido y el bloque predicho para reconstruir el bloque actual donde el decodificador reconstruye el bloque de conversión de frecuencia transformado y cuantizado, en unidades de  
10 regiones de frecuencia resultado de dividir la unidad de conversión de frecuencia siendo las regiones de frecuencia bloques cuadrados del mismo tamaño, extrayendo de los datos codificados la información de codificación de la región de frecuencia para señalar si una región de frecuencia correspondiente a ella tiene al menos un coeficiente de frecuencia distinto de 0 teniendo la información de codificación de la región de frecuencia un valor 0 o 1, extrayendo de los datos codificados y haciendo un escaneo inverso de los coeficientes de frecuencia correspondientes a la  
15 región de frecuencia cuando la información de codificación de región de frecuencia extraída tiene un valor igual a 1, que indica que la región de frecuencia tiene al menos un coeficiente de frecuencia distinto de 0 fijando todos los coeficientes de frecuencia en la región de frecuencia a 0 si la información de codificación de región de frecuencia extraída tiene un valor igual a 0 indicando que la región de frecuencia no tiene ni un coeficiente de frecuencia distinto de 0 extrayéndose la información de codificación de la región de frecuencia de los datos codificados por la unidad de  
20 región de frecuencia.
2. Aparato de decodificación de video según la reivindicación 1 donde el decodificador divide la unidad de conversión de frecuencia en subbloques de 4x4 u 8x8.
- 25 3. Aparato de decodificación de video según la reivindicación 1 donde el decodificador hace un escaneo inverso de los coeficientes de frecuencia en paralelo para cada región de frecuencia.
4. Procedimiento de decodificación de video que comprende recibir datos codificados para reconstruir un  
30 bloque de conversión de frecuencia transformado y cuantizado correspondiente a una unidad de conversión de frecuencia que es una unidad de transformación de señales residuales donde el bloque de conversión de frecuencia transformado y cuantizado se reconstruye en unidades de regiones de frecuencia resultado de dividir la unidad de conversión de frecuencia siendo las regiones de frecuencia bloques cuadrados del mismo tamaño; cuantizar y transformar a la inversa el bloque de conversión de frecuencia transformado y cuantizado para reconstruir el bloque residual; predecir un bloque actual para generar un bloque predicho y sumar un bloque residual reconstruido y el  
35 bloque predicho para reconstruir el bloque actual donde la reconstrucción del bloque de conversión de frecuencia transformado y cuantizado comprende extraer de los datos codificados, información de codificación de regiones de frecuencia indicándose si la región de frecuencia correspondiente a ella tiene al menos un coeficiente frecuencia distinto de 0 teniendo la información de codificación de región de frecuencia un valor 0 o 1, extrayéndose los datos codificados y haciendo un escaneo inverso de los coeficientes de frecuencia correspondientes a las regiones de  
40 frecuencia en las que la información de codificación de región de frecuencia extraída tiene un valor 1 indicando así que la región de frecuencia tiene al menos un coeficiente de frecuencia distinto de 0 y fijando todos los coeficientes de frecuencia de la región frecuencia a 0 si la información de codificación de región de frecuencia tiene un valor igual a 0 indicando así que la región de frecuencia no contiene ni un coeficiente de frecuencia distinto de cero; donde la información de codificación de región de frecuencia se extrae de los datos codificados por la unidad de región de  
45 frecuencia.
5. Procedimiento de decodificación de video según la reivindicación 4 donde la unidad de conversión de frecuencia se divide en subbloques de 4x4 u 8x8.
- 50 6. Procedimiento de codificación de vídeo según la reivindicación 4 donde se hace un escaneo inverso de los coeficientes de frecuencia en paralelo para cada región de frecuencia.



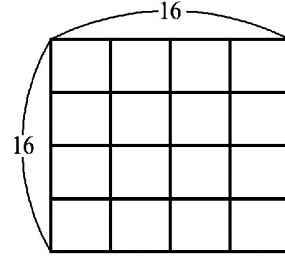
**FIG. 1**



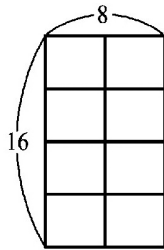
**FIG. 2**



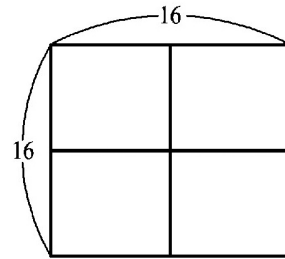
(a) división de la unidad de conversión de frecuencia  $8 \times 8$  en regiones de frecuencia  $4 \times 4$



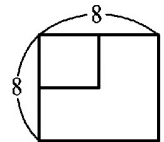
(b) división de la unidad de conversión de frecuencia  $16 \times 16$  en regiones de frecuencia  $4 \times 4$



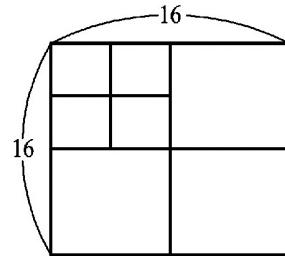
(c) división de la unidad de conversión de frecuencia  $16 \times 8$  en regiones de frecuencia  $4 \times 4$



(d) división de la unidad de conversión de frecuencia  $16 \times 16$  en regiones de frecuencia  $8 \times 8$



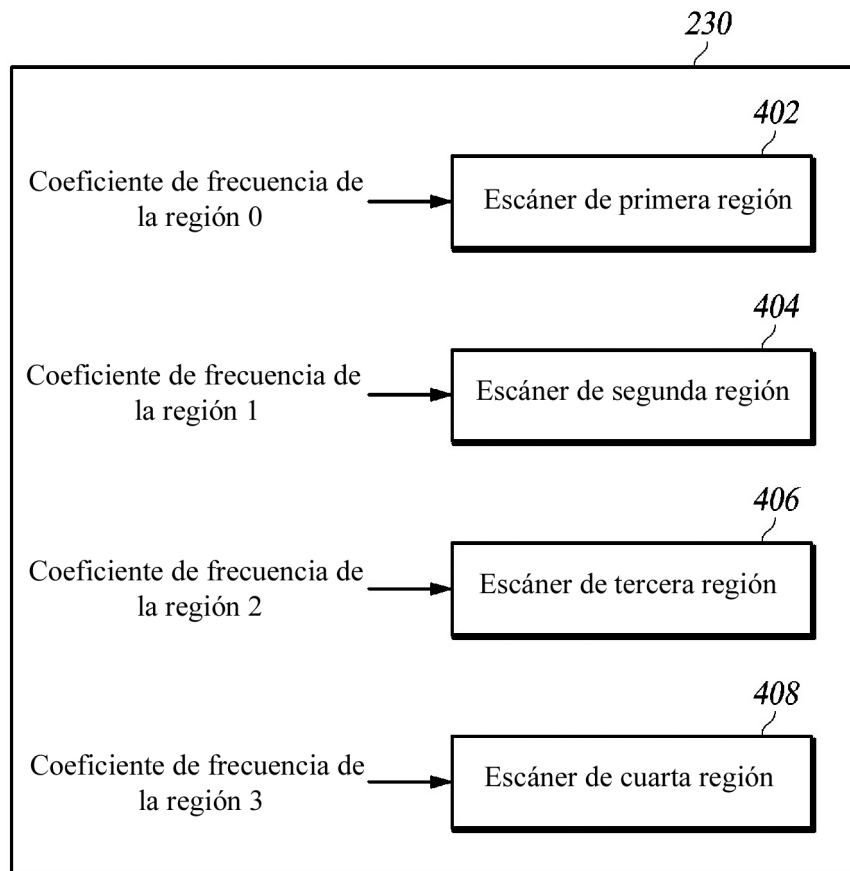
(e) división de la unidad de conversión de frecuencia  $16 \times 16$  en regiones de frecuencia  $4 \times 4$  y región de frecuencia restante



(f) división de la unidad de conversión de frecuencia  $16 \times 16$  en regiones de frecuencia jerárquicas (división de la unidad de conversión de frecuencia  $16 \times 16$  en regiones de frecuencia  $8 \times 8$  y división posterior de la región de frecuencia  $8 \times 8$  en subregiones de frecuencia  $4 \times 4$  cuando hay una frecuencia distinta de 0 en la región de baja frecuencia  $8 \times 8$ )

**FIG. 3**

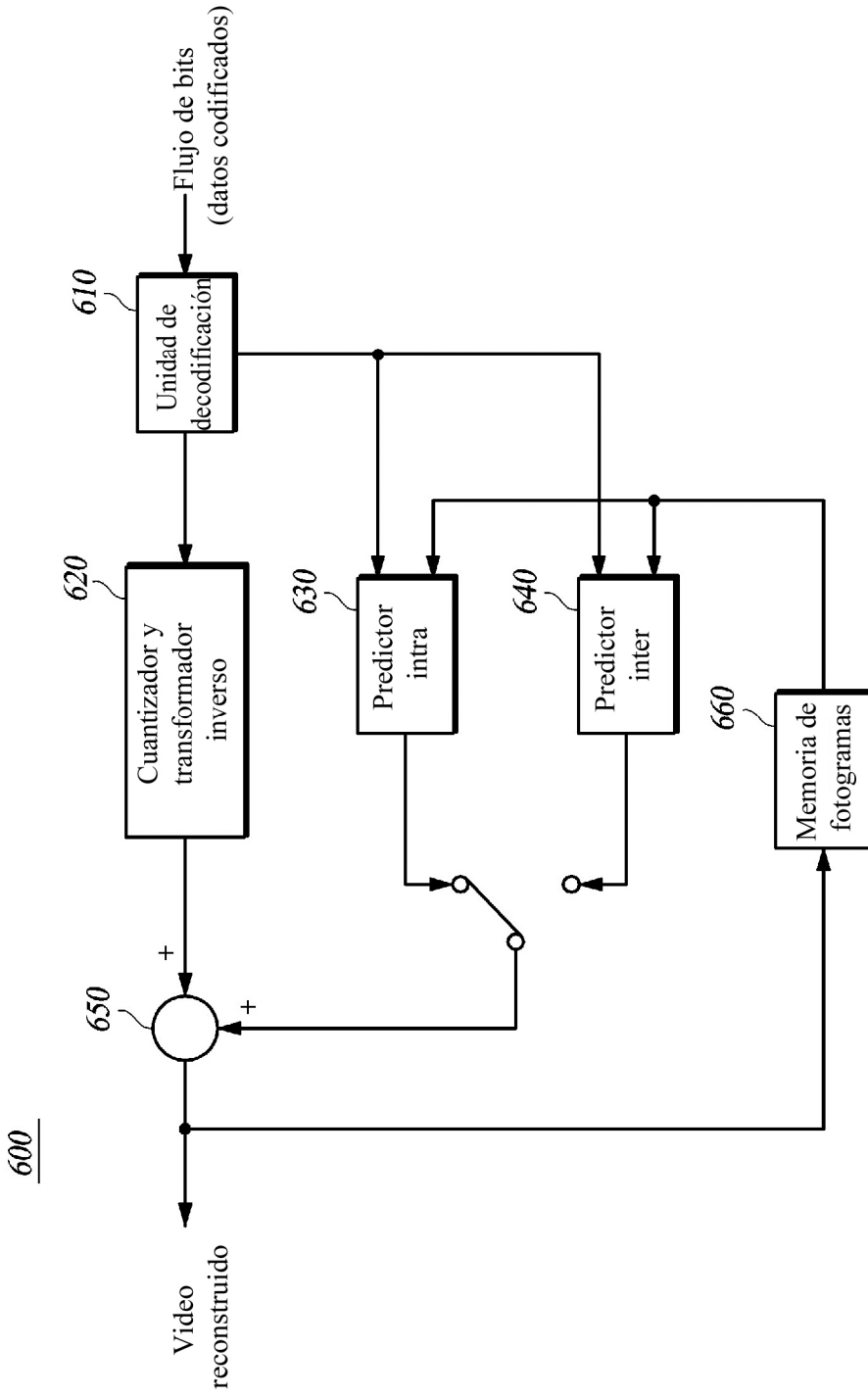




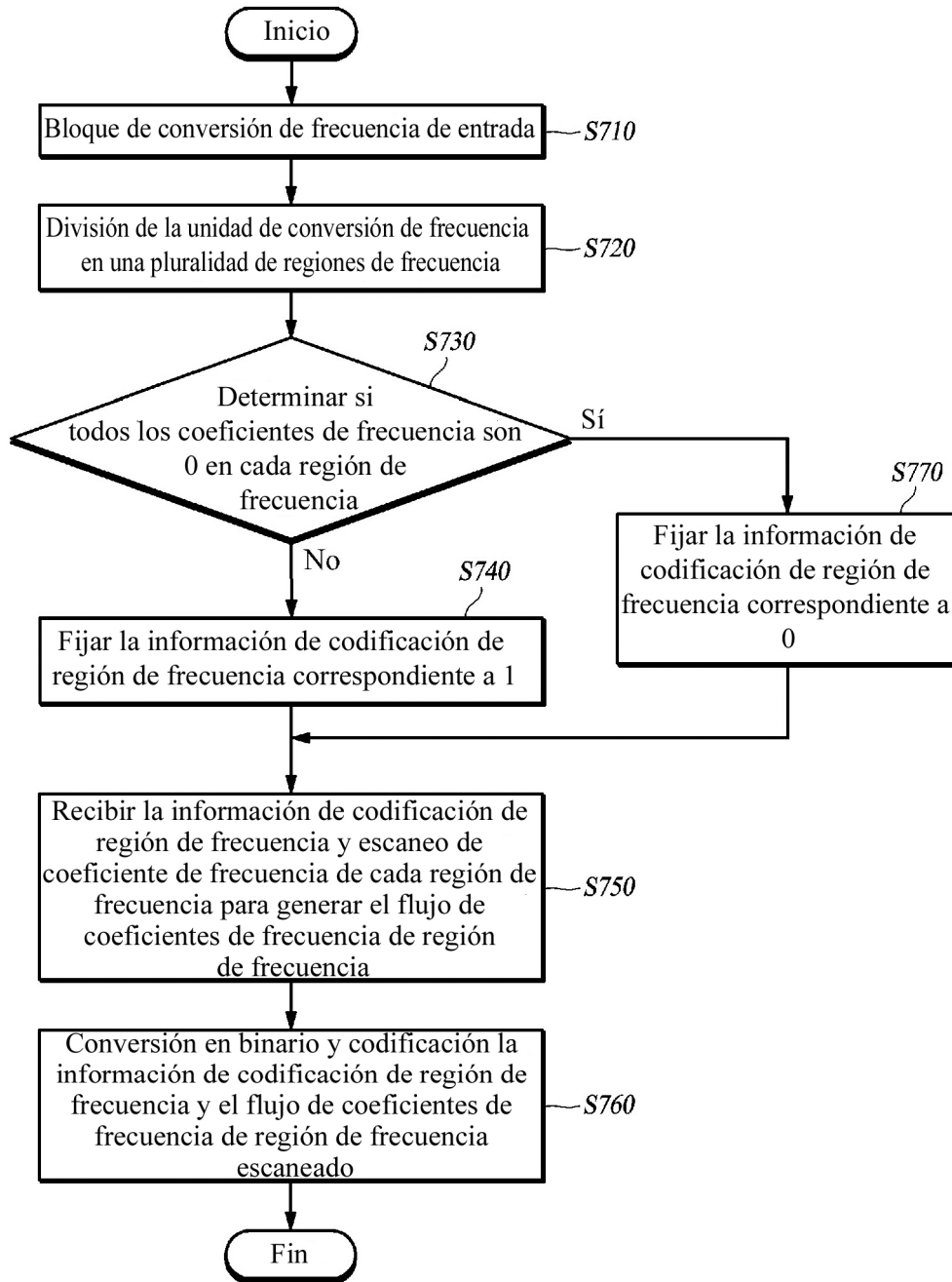
**FIG. 4**

0	1
2	3

***FIG. 5***



**FIG. 6**



**FIG. 7**